Aus der medizinischen Poliklinik zu Tübingen.
(Vorstand Professor Dr. Otfried Müller).

Über die Gefäßwirkung der Digitaliskörper bei gesunden und kranken Menschen.

Von Dr. Ferdinand Naegele
Assistent der Poliklinik.

Zentralblatt für Herz- und Gefäßkrankheiten, Verlag Wien, II., Taborstraße Nr. 20 a.

Druck von Ferdinand Berger in Horn, Niederösterreich.

Aus der medizinischen Poliklinik zu Tübingen
(Vorstand Professor Dr. Otfried Müller).

Über die

Gefässwirkung der Digitaliskörper bei gesunden und kranken Menschen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium von

Professor Dr. Ernst von Romberg

o. ö. Professor der Medizin, Vorstand der medizinischen Klinik zu Tübingen.

Der hohen medizinischen Fakultät

der

Universität in Tübingen

vorgelegt von

Ferdinand Naegele

aus Stuttgart-Degerloch.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen
Fakultät der Universität Tübingen.
Referent: PROFESSOR DR. VON ROMBERG
Dezember 1910.

Der alte Streit um die Gefäßwirkung der Digitaliskörper beim Menschen hat in letzter Zeit durch die Arbeiten von Vagt (1) und Eychmüller (2) aus der Tübinger Poliklinik eine gewisse Klärung erfahren. Es ergab sich, daß die therapeutisch üblichen Dosen des Digalens und des Strophantins keine Verengerung der Arterien hervorrufen, wie das für toxische Dosen ähnlicher Mittel im Tierversuch durch Gottlieb und Magnus (3) nachgewiesen worden ist.

Vagt kam bei seinen Untersuchungen zu folgendem Resümee:

„Eine Wirkung der therapeutisch üblichen Dosen von „Strophantin Böhringer" auf die Gefäßweite in der Körperperipherie war weder bei gesunden noch bei kranken Menschen nachweisbar. Ob eine Einwirkung des Mittels auf den Gefäßtonus stattfindet in dem Sinne, daß die Gefäßwand dem gesteigerten Innendruck nicht nachzugeben vermag, ließ sich nicht sicher ausschließen. Eine Wirkung auf das Herz in Gestalt einer mäßigen Vergrößerung und einer Verlangsamung der Schlagfolge ließ sich schon beim Gesunden, wenn auch nur kurze Zeit nach der Injektion (innerhalb der ersten Stunde) nachweisen. Ganz besonders charakteristisch gestaltete sich aber die enorme Wirkung auf Schlagvolumen, Regularität, Aequalität und Frequenz bei zwei schwer dekompensierten Herzkranken. Das kranke Herz scheint demnach unter gewissen Umständen eine bedeutend größere Anspruchsfähigkeit für dieses Mittel zu haben als das gesunde. Innerhalb weniger Minuten konnte sein Schlagvolumen sehr stark gesteigert, seine Schlagfolge beträchtlich herabgesetzt und seine gesamte Tätigkeit geregelt und geordnet werden."

Eychmüller faßt seine Resultate in ähnlichen Sätzen zusammen. Er schreibt:

„Eine Wirkung der therapeutisch üblichen Dosen von Digalen auf die Gefäßweite in der Körperperipherie und im Körperinnern war weder bei gesunden noch bei herzkranken Menschen nachweisbar. Ob eine Einwirkung des Mittels auf den Gefäßtonus ohne Veränderung der lichten Weite des Arterienrohres stattfindet, läßt sich damit natürlich noch nicht ausschließen. Das wesentliche ist aber, daß eine praktisch ins Gewicht fallende Veränderung des Gefäßwiderstandes nicht ein-

tritt, wie Schmiedeberg (4) und seine Schüler von jeher angenommen haben. Eine Wirkung auf das Herz in Gestalt einer mäßigen Vergrößerung des Schlagvolumens und einer Verlangsamung der Schlagfolge ließ sich schon bei vielen Gesunden, wenn auch nur kurze Zeit nach der Injektion (innerhalb der ersten halben Stunde) nachweisen. Viel charakteristischer gestaltete sich aber die günstige Wirkung des Digalens auf Schlagvolumen, Regularität, Aequalität und Frequenz bei mehreren dekompensierten Herzkranken. Das kranke Herz hat demnach eine größere Anspruchsfähigkeit für das Mittel als das gesunde. Innerhalb weniger Minuten konnte sein Schlagvolumen recht deutlich gesteigert, seine Schlagfolge beträchtlich herabgesetzt und seine gesamte Tätigkeit geregelt und geordnet werden. Die in der Literatur beschriebenen Veränderungen des Blutdruckes, wie sie nach wirksamen Digaleninjektionen sehr rasch einsetzen, um beim Gesunden (wenn bei diesem überhaupt vorhanden) schon innerhalb der ersten Stunde wieder abzuklingen, beim Kranken aber eventuell lange anzuhalten, sind demnach offensichtlich zu ganz überwiegendem Teile durch die Veränderung der Herztätigkeit bedingt."

Diese von Vagt und Eychmüller beim Menschen erhaltenen Resultate haben in letzter Zeit durch Jakobj (5) für den Kaltblüter eine Betätigung erfahren. Bei Durchblutungsversuchen am Frosch ergab sich für die den therapeutischen Dosen beim Menschen adäquaten Mengen des Mittels keine Gefäßkontraktion. Loewi und Jonescu (6) berichten sogar neuerdings von einer gefäßerweiternden Wirkung kleinster Strophantingaben auf die Nierengefäße. Kasztan (7) bestätigt letzthin bei Gottlieb die Angaben Loewis und überträgt sie auch auf die Darmgefäße. Allem Anschein nach wirken also größere Strophantingaben beim Tier deutlich gefäßkontrahierend. Geht man mit der Strophantinkonzentration herunter, so wird die gefäßkontrahierende Wirkung immer geringer. Zuletzt tritt an Stelle der gefäßkontrahierenden eine dilatierende Wirkung des Strophantins und erst dann bei maximaler Verdünnung bleibt das Mittel ohne Wirkung auf die Gefäßwand. Dabei sind die verschiedenen Gefäßgebiete offenbar verschieden empfindlich gegen gleiche Konzentrationen des Mittels, so daß nach Kasztan beim Tier eine Dosierung möglich ist, welche die Darmgefäße noch kontrahiert, die Nierengefäße aber bereits erweitert, wodurch besonders günstige Verhältnisse für die Diurese geschaffen werden.

Wenn nun auch eine deutliche Veränderung der lichten Weite des Arterienrohres bei therapeutisch wirksamer akuter Digitalisierung des Menschen nicht eintritt, so bleibt es trotzdem fraglich, wie Vagt und Eychmüller ja bereits betont haben, ob der Gefäßtonus als solcher durch Digitalispräparate nicht doch verändert wird. Jeder Arzt kennt den Digitalispuls und weiß, daß die Wandspannung einer Arterie dem tastenden Finger nach der Digitalisierung ganz anders erscheint als vor derselben. Das kann selbstverständlich zum Teil durch die vom Herzen aus in die Wege geleitete Blutdrucksteigerung erklärt werden, welche sicher zu vermehrter Spannung der Gefäßwand führen muß. Warum aber gibt das Gefäßsystem der vom Herzen her andrängenden

Blutwelle nicht nach und gleicht so die eintretende kardial bedingte Drucksteigerung ohne weiteres aus? Kommt hier nicht doch ein primär tonisierender Einfluß des Mittels in Betracht, welcher die Gefäßwand gewissermaßen „stellt", so daß sie nicht ausweichen kann und daß die Arterien bei gleicher lichter Weite unter erhöhtem Druck tatsächlich besser durchblutet werden als vorher?

Zur Beantwortung dieser durch die Arbeiten von Vagt und Eychmüller offen gelassenen Frage habe ich auf Veranlassung von Herrn Professor Otfried Müller eine Anzahl von Untersuchungen gemacht, über die nachstehend berichtet werden soll.

Will man Änderungen des Gefäßtonus, die nicht gleichzeitig eine gewisse Verengerung des Arterienrohres mit sich bringen, beim Menschen nachweisen, so muß man auf die sphygmographische Methodik zurückgreifen. Bei seiner Einführung von den weitgehendsten Hoffnungen getragen, ist das Sphygmogramm in späterer Zeit arg in Mißkredit geraten. Die Apparate waren mangelhaft, die Fehler durch Trägheit und Reibung sehr groß. Untersuchungen mit andern Methoden zur Kontrolle bei der Deutung der Druckpulskurven waren nicht hinreichend vorhanden. Das ist in jüngster Zeit wieder anders geworden, seitdem Otto Frank (8) seinen optisch registrierenden Sphygmographen konstruiert hat. Die mit dem Frankschen Sphygmographen erhaltenen Pulsbilder weisen ganz bestimmte Formen auf, die sich bei plethysmographisch kontrollierten Änderungen des Kontraktionszustandes der Arterien in typischer Weise umgestalten. So erhielten z. B. O. Müller und Veiel (9) bei kühlen und kohlensäurehältigen Bädern, welche die Arterien der Körperperipherie kontrahieren, regelmäßig zahlreiche Reflexionswellen im optischen Sphygmogramm, wie das ja auch schon von Winternitz (10) mit dem alten Russphygmographen andeutungsweise gezeigt worden ist. Wurde dagegen ein warmes Bad appliziert, welches die peripheren Arterien erschlafft und dilatiert, so verschwanden die Reflexionswellen weitgehend und nach der dikroten Erhebung ergab sich ein glattes Pulsband. Für die nähere Würdigung dieser Relation zwischen Pulsform und Spannungsänderung der Arterienwand verweise ich auf die demnächst erscheinende Arbeit von E. Veiel (11).

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, habe ich mit dem Frankschen Apparat optische Sphygmogramme aufgenommen, und zwar sowohl von der Subklavia wie von der Radialis. Diese gleichzeitige Schreibung zweier Pulse an verschiedenen Stellen derselben Extremität bietet für die Kreislaufuntersuchung wesentliche Vorteile. Einmal erhält man zwei verschiedene, wohlcharakterisierte Pulsformen: den von Frank beschriebenen charakteristischen Puls der Subklavia und den davon wesentlich verschiedenen Radialpuls. Diese beiden Pulsformen können sich in außerordentlich charakteristischer Weise ändern, je nachdem ein einwirkendes Agens mehr am Herzen oder mehr an den peripheren Arterien angreift oder aber sowohl kardial wie vasomotorisch wirksam ist. Namentlich die Änderung der Form des Radialpulses ist bei Frankscher Registrierung ein feineres Reagens für die

Beeinflussung des Spannungszustandes der Arterien, als man bisher anzunehmen geneigt war. Es kommt dazu, daß man bei der gleichzeitigen Aufzeichnung der stark vergrößerten Sphygmogramme der Subklavia und der Radialis den von Grunmach (12) zuerst gewürdigten Wert der Pulsverspätung zwischen den Fußpunkten der verschiedenen Kurven leicht erkennen kann und daß man auf diese Weise ohne weiteres erfährt, ob die Pulswelle in dem untersuchten Körperabschnitt beschleunigt oder verlangsamt fortgeleitet wird. Selbstverständlich ist es erwünscht, die Schlüsse, welche man aus der Form des optischen Sphygmogramms zieht, durch andere Methoden (Plethysmographie, Tachographie und Blutdruckmessung) zu sichern.

Ich habe zunächst, wie Vagt und Eychmüller, mit der Untersuchung gesunder junger Männer begonnen. Es wurde um eine bestimmte Tageszeit in einem bestimmt temperierten Zimmer bei einem gesunden jungen Manne ein Sphygmogramm aufgenommen, sei es nun der Radialis allein, sei es auch der Subklavia. Gleichzeitig wurden Mitteldruck und Druckamplitude mit dem Recklinghausenschen Apparat gemessen. Daß die Versuchsperson vor Anstellung der Beobachtung längere Zeit ausgeruht hatte, versteht sich von selbst. Sodann erhielt die Versuchsperson drei Tage hindurch dreimal täglich 1 cm^3 Digalen innerlich und nunmehr wurde um die gleiche Tageszeit unter den ganz gleichen Bedingungen eine erneute Untersuchung angestellt. Dabei ergaben sich keine brauchbaren Resultate. Die Pulsform erwies sich nicht deutlich verändert, Schlagfrequenz und Amplitude zeigten keine deutlichen Unterschiede.

Ich ging deshalb zur akuten Digitalisierung mittels intramuskulärer Einspritzung von Digalen und intravenöser Einspritzung von Strophantin über. Hiebei ergaben sich wieder die gleichen Schwierigkeiten, die derartigen Untersuchungen so häufig entgegenstehen. Die zum Zweck des Versuchs gemachte intramuskuläre Einspritzung setzt einen beträchtlichen psychischen Effekt. Die Versuchsperson gerät in den Zustand der Spannung oder der Furcht, der, wie bekannt, häufig mit Gefäßkontraktion und Blutdrucksteigerung einhergeht. Ist der kleine Eingriff vorüber und hat der dadurch hervorgerufene Schmerz nachgelassen, so löst sich der abnorme psychische Zustand und die eintretende seelische Gleichgewichtslage bringt eine Erschlaffung der Arterien und ein Absinken des Druckes. Die tonisierende Wirkung eines Arzneimittels muß deshalb schon eine kräftige sein, wenn sie diesen psychischen Einflüssen die Wage halten oder sie gar überbieten soll. Man muß also die Versuchspersonen sorgfältig auswählen und kann meist nur ruhige, gleichmütige Menschen verwenden, die mit allen Einzelheiten der Versuchsanordnung völlig vertraut sind.

Bei einer Anzahl derartiger Versuchspersonen (gesunde junge Kollegen) ist es uns gelungen, bei vollständig normaler Pulszahl, normalen Blutdruckverhältnissen und normal gestaltetem Ablauf des Druckpulses die intramuskuläre Injektion von Digalen und die intravenöse von Strophantin am Arm vorzunehmen und bei diesen haben wir folgende Resultate erhalten.

1. Gesunder junger Mann, Student, 20 Jahre.

Nach hinreichender Ruhe beträgt der Maximaldruck 160, der Minimaldruck 95, die Amplitude 65 cm H_2 O.

In Bild 1 die Druckpulse der Subklavia (unten) und Radialis (oben).

Bei unveränderter Stellung der an der rechten Extremität schreibenden Sphygmographen Injektion von 1 cm^3 Digalen intramuskulär in den schon vorher dazu präparierten linken Unterarm. 10 Minuten nach der Injektion beträgt der Maximaldruck 170, der Minimaldruck 90, die Amplitude 80.

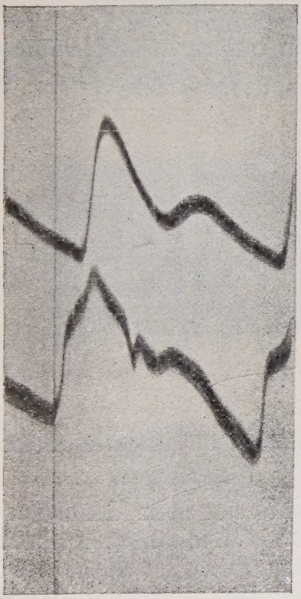

Bild 1.

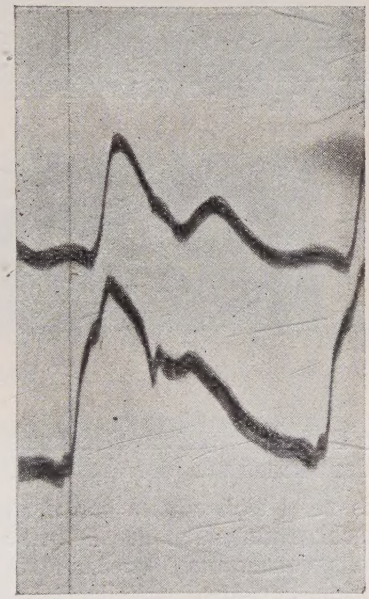

Bild 2.

In Bild 2 die gleichen Druckpulse wie vorher bei unveränderter Stellung des Armes und der Apparate. Der Radialpuls zeigt eine ganz wenig stumpfere Spitze, einen deutlich gewellten Abfall der Kurve (Zwischenschlag) bis zur Dikrotie, eine stärker hervortretende Dikrotie und zwei abwärts von der Dikrotie auftretende, vorher nicht vorhandene Biegungen der Kurve. Der Subklaviapuls ist größer geworden. Die durch den senkrechten Strich markierte Pulsverspätung der Radialis gegenüber der Subklavia hat deutlich abgenommen (um 0·019 Sekunden, vorher 0·095, nachher 0·076 Sekunden).

2. Gesunder junger Mann, Student, 21 Jahre.

Nach hinreichender Ruhe beträgt der Maximaldruck 165, der Minimaldruck 70, die Amplitude 95.

In Bild 3 der Druckpuls der Radialis (unten die Spitze des Subklaviapulses).

Bei unveränderter Stellung der an der rechten Extremität schreibenden Sphygmographen Injektion von 1 cm^3 Digalen intramuskulär in

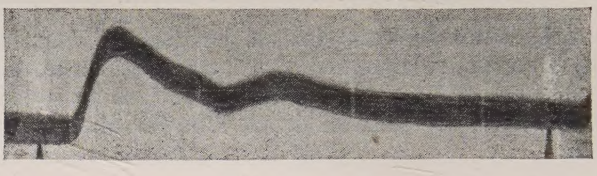

Bild 3.

den schon vorher dazu präparierten linken Unterarm. 10 Minuten nach der Injektion beträgt der Maximaldruck 160, der Minimaldruck 85, die Amplitude 75.

Bild 4.

In Bild 4 der gleiche Druckpuls wie vorher bei unveränderter Stellung des Armes und der Apparate.

Es zeigt sich ein vorher nicht vorhandener sehr deutlicher Zwischenschlag und nach der Dikrotie mehrere deutlich ausgesprochene, ebenfalls vorher nicht vorhandene Wellen. Der ganze Puls ist höher geworden, der Anstieg steiler. Die Pulsverspätung hat um 0·01 Sekunden abgenommen.

30 Minuten nach der Injektion beträgt der Maximaldruck 160, der Minimaldruck 80, die Amplitude 80.

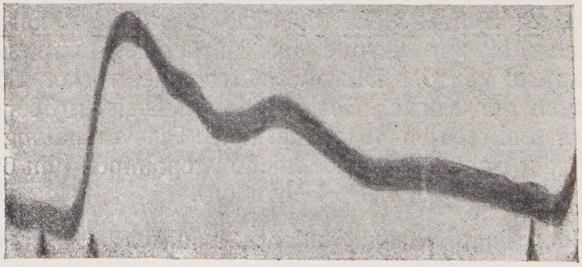

Bild 5.

In Bild 5 der gleiche Druckpuls wie vorher bei unveränderter Stellung des Armes und der Apparate.

Zwischenschlag, Dikrotie und nachfolgende Wellen sind noch ausgesprochener wie in Bild 4. Der ganze Puls ist wesentlich höher, der Anstieg viel steiler geworden. Die Pulsverspätung hat um 0·011 Sekunden abgenommen.

3. Gesunder junger Mann, Student, 21 Jahre.

Nach hinreichender Ruhe beträgt der Maximaldruck 155, der Minimaldruck 65, die Amplitude 90.

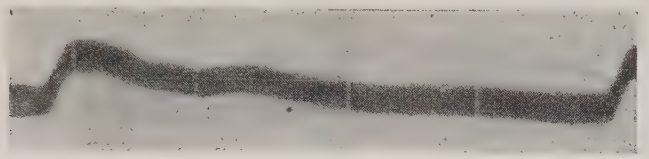

Bild 6.

In Bild 6 der Druckpuls der Radialis.

Bei unveränderter Stellung der an der rechten Extremität schreibenden Sphygmographen Injektion von 0·75 mg Strophantin intravenös in den schon vorher dazu präparierten linken Unterarm. 7 Minuten nach der Injektion beträgt der Maximaldruck 160, der Minimaldruck 70, die Amplitude 90.

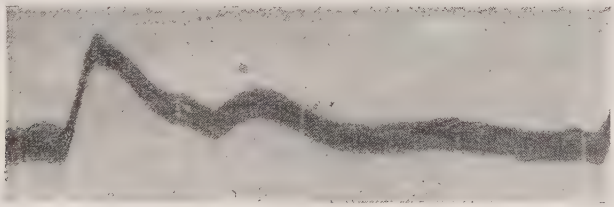

Bild 7.

In Bild 7 der gleiche Druckpuls wie vorher bei unveränderter Stellung des Armes und der Apparate.

Wiederum ist der Zwischenschlag sehr deutlich herausgekommen, die dikrote Welle tritt stark hervor, ihr folgen zwei weitere vorher nicht vorhandene Wellen. Der ganze Puls ist wesentlich größer geworden und steigt bedeutend steiler an.

4. 40jährige Frau, chronische Herzmuskelinsuffizienz, im Stadium leichter Dekompensation (mäßige Zyanose, leichte Oedeme, Leberschwellung).

Nach hinreichender Ruhe beträgt der Maximaldruck 170, der Minimaldruck 60, die Amplitude 110.

In Bild 8 die Druckpulse der Subklavia (oben) und Radialis (unten).

Bei unveränderter Stellung der an der rechten Extremität schreibenden Sphygmographen Injektion von 1 cm^3 Digalen intramuskulär in den schon vorher dazu präparierten linken Unterarm. 10 Minuten nach der Injektion beträgt der Maximaldruck 175, der Minimaldruck 65, die Amplitude 110.

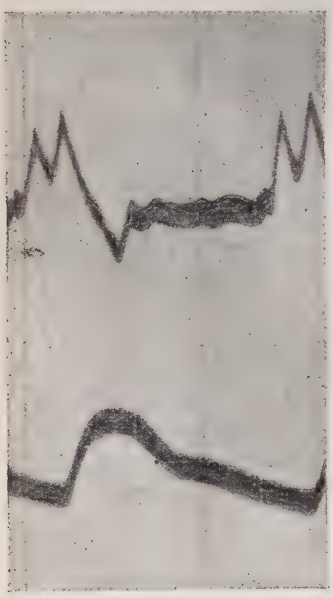

Bild 8.

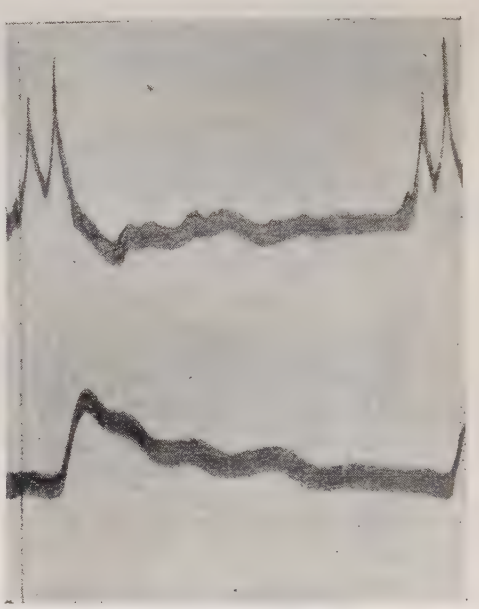

Bild 9.

In Bild 9 die gleichen Druckpulse wie vorher bei unveränderter Stellung des Armes und der Apparate. Der Radialpuls bietet ein vollständig anderes Bild wie vorher. Ein starker Zwischenschlag, eine deutliche Dikrotie und mehrere nachfolgende Reflexionswellen lassen das vorher relativ glatte Pulsband stark gewellt erscheinen. Der Puls ist wesentlich länger, steigt viel steiler an, ist dagegen an Größe annähernd gleich geblieben. Der Subklaviapuls ist deutlich größer. Die Pulsverspätung ist um 0·014 Sekunden geringer als vorher.

5. 59jährige Frau mit Herzinsuffizienz und Nephritis interstitialis.

Nach gehöriger Ruhe beträgt der Maximaldruck 185, der Minimaldruck 95, die Amplitude 90, die Frequenz 100.

In Bild 10 Radialpuls vor der Injektion. Injektion von 0·75 cm^3 Digalen. 30 Minuten nach der Injektion beträgt der Maximaldruck 210, der Minimaldruck 105, die Amplitude 105, die Frequenz 92.

In Bild 11 Radialpuls um diese Zeit. Ohne weiteres springen die plateauartige Erhebung der Pulsspitze und die massenhaft eintretenden Reflexionswellen in die Augen; der ganze Puls ist größer als vorher.

Ähnliche Verhältnisse ergaben sich bei 13 gesunden und 13 herzkranken Personen, im ganzen also in 26 Fällen. Wenn auch die nach der Injektion des Mittels auftretenden Reflexionswellen nicht überall so deutlich hervortraten wie in den oben abgebildeten typischen Kurven, so war doch fast ausnahmslos eine gewisse Wellenbildung nachweisbar. Die akute Digalisierung übt mithin auf die Pulsform einen ähnlichen Einfluß aus wie indifferent temperierte kohlensäurehältige Soolbäder. Die Gefäßwand wird leicht tonisiert, ohne daß das Gefäßlumen verengert wird. Es wäre nun zunächst zu untersuchen, ob diese leichte Tonisierung der Gefäßwand nicht auf den Eingriff der Injektion als solcher zurückzuführen ist. Daß es im Moment des Einstiches durch Gefühle der Unlust und der Spannung sowie auch durch den Schmerz zu einer starken Gefäßkontraktion kommt, ist von Vagt und Eychmüller plethysmographisch nachgewiesen. Diese Gefäßkontraktion pflegt sich

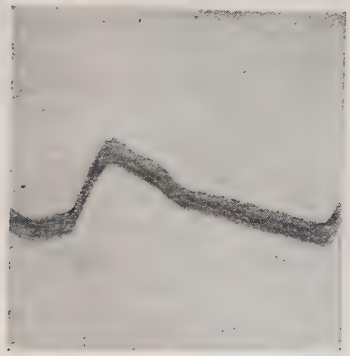

Bild 10.

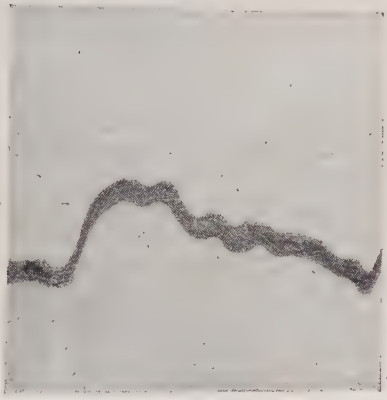

Bild 11.

aber fast ausnahmslos in 1—2 Minuten vollständig auszugleichen, so daß der Stand der plethysmographischen Kurve von dieser Zeit ab wieder ein normaler oder sogar leicht übernormaler wird. Nur wenn durch ungeschickte Injektion (subkutan statt intramuskulär beim Digalen und subkutan statt intravenös beim Strophantin) ein Schmerz an der Einstichstelle bestehen bleibt, hält die Gefäßkontraktion gelegentlich auch länger an. Für unsere Beobachtungen, die teilweise 10, 20 bis 30 Minuten nach der Injektion gemacht wurden, kann mithin die Schmerzempfindung nicht gut in Betracht kommen, da sie um diese Zeit, wie gesagt, längst abgeklungen zu sein pflegt. Um aber nach dieser Richtung hin ganz sicher zu gehen, haben wir einige Kontrollversuche mit intramuskulärer Injektion von destilliertem Wasser gemacht. Bei diesen Versuchen verlief das Pulsband 10 Minuten nach der Injektion ohne Verstärkung der Reflexionswellen, trotzdem der anfängliche Schmerz ein ähnlicher gewesen war wie bei der Injektion von Digalen und die Versuchsperson nicht wußte, was ihr eingespritzt wurde. Bei einer geschickt ausgeführten Strophantininjektion ist zudem von einem

den Einstich überdauernden Schmerz nicht die Rede. Das Auftreten vermehrter Reflexionswellen im optischen Sphygmogramm muß mithin ursächlich auf die Einwirkung des angewandten Digitalispräparates bezogen werden.

Nachdem somit festgestellt worden ist, daß unter dem Einfluß der akuten Digitalisierung die Reflexionswellen des optischen Sphygmogrammes verstärkt werden, resp. vorher nicht vorhandene Wellen danach auftreten, und da man zu der Annahme berechtigt ist, daß das Auftreten dieser Reflexionswellen, abgesehen von der dikroten Elevation, eine vermehrte Wandspannung der Arterien bedeutet, ergibt sich die weitere Frage, ob diese Tonisierung der Arterienwand durch einen direkten Einfluß des Mittels auf die Gefäßmuskulatur zu erklären ist oder ob ihre Entstehung rein primär durch die Zunahme der vis a tergo und die dadurch bedingte Steigerung des Blutdruckes gedeutet werden kann. Was zunächst die Veränderung des Blutdruckes betrifft, so finden sich unter den oben aufgeführten fünf Fällen solche, bei denen eine deutliche Steigerung von Maximaldruck und Amplitude vorhanden ist (Fall 1 und 5), weiter solche, bei denen beide Werte annähernd gleich bleiben (Fall 3 und 4) und einen, bei dem der Druck sogar absinkt (Fall 2). Dabei ist unter den Fällen, bei denen die Druckwerte fast gleich bleiben, einer, bei welchem der therapeutische Erfolg die Wirksamkeit der Digitalisierung außer jeden Zweifel stellt. (Gerade bei diesem Fall waren die Reflexionswellen am stärksten.) Dieses durchaus ungleichmäßige Verhalten der Blutdruckwerte in den fünf genannten Fällen, bei welchen doch ausnahmslos starke Reflexionswellen hervortraten, schließt wohl die Annahme aus, daß der durch die Digitalisierung gesteigerte Druck die ausschließliche Ursache der charakteristischen Veränderung des Sphygmogramms sei und daß man demgemäß diese auch beim Menschen deutlich nachweisbare Wirkung der Digitaliskörper nur als eine sekundäre Herzwirkung aufzufassen habe. Um nach dieser Richtung hin ganz sicher zu gehen, haben wir bei den gleichen Versuchspersonen, welche nach akuter Digitalisierung deutlich gewellte Pulsbänder bekamen, auf anderem Wege eine mit Vergrößerung des Herzschlagvolumens verbundene Blutdrucksteigerung erzielt. Wir ließen diese gesunden jungen Leute zehn Kniebeugen machen. Danach kommt es, wie O. Müller und Veiel gezeigt haben, bei steigendem mittleren Blutdruck zu einer starken Vergrößerung des zentralen Flammentachogrammes, d. h. nach Marey zu einer Steigerung des Schlagvolumens. Würde die mit einer Blutdrucksteigerung verbundene passive Dehnung der Gefäßwand für sich allein Reflexionswellen im Sphygmogramm hervorrufen, so müßten sie sich hier zeigen. Daß dem nicht so ist, erweist Versuch 6.

6. Gesunder junger Mann, Student, 21 Jahre.

Nach hinreichender Ruhe beträgt der Maximaldruck 168, der Minimaldruck 75, die Amplitude 93.

In Bild 12 oben Radialpuls, unten Subklaviapuls.

Die Versuchsperson macht nunmehr mit adaptiert bleibenden Blutdruck- und Sphygmographenmanschetten zehn Kniebeugen und setzt

sich wieder hin. Unmittelbar danach beträgt der Maximaldruck 220, der Minimaldruck 95, die Amplitude 135.

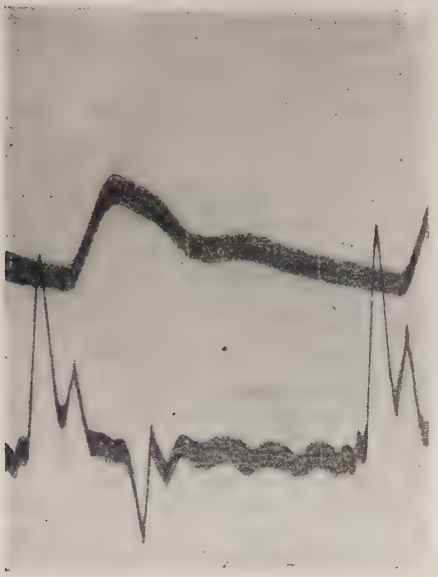

Bild 12

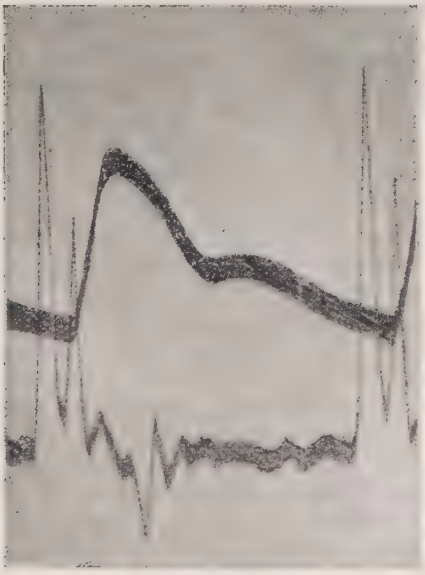

Bild 13.

In Bild 13 wiederum die beiden oben genannten Pulse. Beide sind beträchtlich größer geworden, namentlich der zentrale. Trotzdem aber

eine starke Steigerung von Mitteldruck und Amplitude vorhanden ist, weist der Radialpuls keine neu hinzugetretenen Reflexionswellen auf. Weder Zwischenschläge noch Nachschläge sind nachweisbar. Auch die Pulsverspätung hat ihren Wert nicht meßbar verändert. Trotzdem also die Arterie dieses an der Arbeitsleistung nicht beteiligten Körperteiles durch den in der Brachialis gemessenen stark gesteigerten Mitteldruck und die beträchtlich angewachsene Amplitude fraglos andere passive Anspannungsverhältnisse dargeboten haben muß wie vorher in der Ruhe, zeigt sich nur eine den ursprünglichen Verhältnissen proportionale Vergrößerung, nicht aber eine Strukturveränderung des Sphygmogrammes. Die Veränderungen sind hier rein quantitative, während sie bei der akuten Digitalisierung meist sowohl quantitative wie qualitative waren.

Ich komme deshalb zu folgendem Schluß: Im optischen Radialsphygmogramm gesunder und kranker Menschen treten nach akuter Digitalisierung mit Digalen oder Strophantin Reflexionswellen auf, welche vorher nicht vorhanden waren. Auch verringert sich der Wert der Pulsverspätung. Diese Erscheinungen lassen sich bei steigenden, bei gleichbleibenden, ja sogar bei leicht sinkenden Werten von Mitteldruck und Amplitude nachweisen. Man kann sie in gleicher Weise durch indifferent temperierte oder leicht gekühlte Kohlensäurebäder hervorrufen. Sie weisen auf eine eintretende aktive Tonisierung der Gefäßwand hin. Durch passive Dehnung der Arterie infolge gesteigerten Innendruckes lassen sie sich nicht hervorrufen. Es ist somit äußerst wahrscheinlich gemacht, daß die Digitaliskörper auch in therapeutischen Dosen beim Menschen eine gewisse Gefäßwirkung entfalten. Diese Gefäßwirkung besteht, wie Vagt und Eychmüller gezeigt haben, nicht in der früher angenommenen Weise in Verminderung der lichten Weite der Arterien und geht somit auch nicht mit einer unzweckmäßigen Steigerung des Widerstandes einher. Sie besteht vielmehr offenbar in einer zweckmäßigen aktiven Tonisierung der Gefäßwand, welche hiedurch in den Stand gesetzt wird, dem meist gesteigerten Innendruck annähernd Widerpart zu halten. Das Blut wird somit in normal weiten oder nur leicht erweiterten, dem wachsenden Innendruck nicht nennenswert nachgebenden Bahnen in äußerst vollkommener Weise an den Ort seiner Bestimmung geleitet. Erst bei toxisch wirkenden Dosen dürfte es zu einer ausgesprochenen Gefäßkontraktion und damit zu abnorm starker Blutdrucksteigerung kommen. Damit erscheinen die Palpationsbefunde erfahrener Praktiker erklärt, welche auf der Höhe einer wirksamen Digitaliskur jenen eigenartig gestalteten Puls fühlen, wie ihn auch ein heilsam wirkendes Kohlensäurebad zeitigt und welche bei toxischer Wirkung des Mittels eine zunehmende Härte und eigenartige Spannung des Pulses kennen und fürchten.

Eine so feine Differenzierung der Digitalisempfindlichkeit verschiedener Gefäßgebiete des Körpers, wie sie neuerdings im Gottliebschen Institut, namentlich von Kasztan, in die Wege geleitet ist, läßt sich beim Menschen selbstverständlich nicht durchführen.

Literatur.

1. Vagt, Über die Herz- und Gefäßwirkung des Strophantins bei gesunden und kranken Menschen. Mediz. Klinik 1909.
2. Eychmüller, Über die Herz- und Gefäßwirkung des Digalens bei gesunden und kranken Menschen. Berliner klin. Wochenschr. 1909.
3. Gottlieb und Magnus, Gefäßwirkung der Körper der Digitalisgruppe. Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie. Bd. 47. S. 135.
4. Schmiedeberg, Untersuchungen über die pharmakolog. wirksamen Bestandteile der Digitalis purpurea. Arch. f. experim. Pathol. Bd. 3. S. 16.
5. Jakobj, Münchener Mediz. Wochenschrift 1910, Nr. 37. Zur Methode der Durchblutung isolierter Organe.
6. Loewi und Jonescu, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharm. 59, S. 71, 1908.
7. Kasztan, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharm. 63, S. 405, Oktober 1910.
8. Otto Frank, Der Puls in den Arterien. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 28, S. 441. Konstruktion und Theorie eines neuen Tachographen. Ebendas., Bd. 50, S. 303. O. Frank und Petter, Ein neuer Sphygmograph, Ebendaselbst, Bd. 49, S. 70.
9. O. Müller und Veiel, Beiträge zur Kreislaufsphysiologie des Menschen, besonders von der Lehre der Blutverteilung. Volkmanns Sammlung klin. Vorträge. Innere Medizin 1911.
10. Winternitz, Die Hydrotherapie auf physiolog. und klin. Grundlage. 2. Aufl.
11. E. Veiel, Deutsches Archiv f. klin. Medizin. 1911.
12. Grunmach, Dubois' Archiv, 1879, S. 417. 1888, S. 129.

Lebenslauf.

Ich, Ferdinand Naegele, wurde geboren am 6. April 1883 in Lauterach, Oberamt Ehingen a. D. Ich besuchte zuerst das Gymnasium in Ehingen, dann das Gymnasium in Ulm a. D. An diesem bestand ich 1902 die Reifeprüfung. Im Herbst 1902 bezog ich die Universität Tübingen und widmete mich dem Studium der Rechtswissenschaften. Im Herbst 1904 vertauschte ich das juristische Studium mit dem der Medizin. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Sommer 1907, das Staatsexamen im Sommer 1910. Seit 15. August 1910 bin ich in der Mediz. Poliklinik in Tübingen als Medizinalpraktikant tätig.